Die Stellung der fraglichen Trias in den Bergen um Murau

Von

Andreas Thurner (Graz)

(Mit 26 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Mai 1935)

Inhalt.

Einleitung.

Schon in meiner ersten Aufnahmsarbeit im Murauer Gebiet (Lit. 1) habe ich zwischen der Murauer Kalkphyllitserie und der Metadiabasserie Rauchwacken und Dolomite ausgeschieden, die ich für aufgearbeitete Teile der Murauer Kalkphyllitserie hielt.

In einem Vortrag »Über den Ostrand des Paaler Konglomerats«, den ich im Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark hielt, machte mich Herr Prof. Heritsch aufmerksam, daß er die Rauchwacke für Trias halte und daß am Kreischberg wohl eine ähnliche Stellung dieser Trias vorliege wie bei Klagenfurt, die Kahler (Lit. 2) beschrieben hat.

Ich konnte mich anfangs mit dieser Erklärung nicht befreunden. Erst als ich im Jahre 1933 die Untersuchungen gegen W über den Paalgraben ausdehnte, fand ich weitere Anhaltspunkte dafür.

Es taucht nämlich westlich vom Paalgraben, am Hansennock, unter dem Paaler Konglomerat eine ansehnliche Dolomitplatte auf, welcher Dolomit den Rhätdolomiten von Innerkrems (Thurner, Lit. 15) südöstlich der Eisentalhöhe recht ähnlich sieht und in gleicher tektonischer Stellung — nämlich unter dem Turracher Konglomerat — liegt.

Wenn auch die brecciösen Dolomite von Innerkrems selbst keine Fossilien enthalten, so ist doch wegen der Verknüpfung mit dem fossilführenden Rhät an dem Triasalter nicht zu zweifeln.

Durch diesen Triasfund war nun die Schlüsselstellung für die übrigen verdächtigen Triasreste gegeben. Ich konnte vom Hansennock über den nördlichen Teil des Kreischberges bis Kaindorf, um die Stolzalpe, am Kramerkogel, am Nordfuß der Frauenalpe und am Blasenkogel in ähnlicher Stellung wie am Hansennock zahlreiche kleine Reste so verdächtiger Trias in Form von Dolomiten und Rauchwacken auffinden.

Im Jahre 1934 war es mir mit Hilfe einer Subvention durch die Akademie der Wissenschaften in Wien (aus der Zach-Stiftung) möglich, die Begehungen in den Murauer Bergen durchzuführen. Ich habe vom Hansennock bis zum Pleschaitz einerseits und vom Preining bis zum Freieck bei Schöder anderseits die Gegend nach Trias abgesucht und berichte darüber im folgenden.

Der Akademie der Wissenschaften danke ich an dieser Stelle für die Gewährung der Unterstützung.

Die Triasgesteine.

In die Trias stelle ich die Dolomite und Rauchwacken.

Für die Einordnung der Dolomite war die Stellung am Hansennock, die an Innerkrems erinnert, maßgebend.

Die Dolomite in der Murauer Gegend sind nicht alle vollständig gleich, sie ändern etwas ab. Im allgemeinen liegen licht- bis dunkelgraue, dichte bis feinkörnige Dolomite vor. Manche Partien sind sehr stark zerhackt und die Gesteine erhalten ein brecciöses Aussehen. Die feinen Adern zwischen den Trümmern bestehen aus Dolomit. Nur vereinzelt fand ich schwach kalkige Dolomite.

Die Ungleichheiten sind wahrscheinlich auf verschiedene tektonische Beanspruchung zurückzuführen.

Die Dolomite vom Hansennock sehen denen von Innerkrems sehr ähnlich, so wie dort kommen auch hier große Partien von brecciösem Dolomit vor.

Die Rauchwacken, die an die zentralalpinen Vorkommen erinnern, sind entweder intensiv ockergelb oder lichtgelb. Die ockrigen Rauchwacken bestehen aus gelbem, feinsandigem, kalkigem Grundmaterial, in dem kleine, 2 bis 5 *mm* lange, wohl gerundete Sandkörnchen stecken.

Die Sandkörnchen bestehen hauptsächlich aus Quarz. An einigen Stellen sind eckige oder schwach kantengerundete, lichte, gelblichweiße Spaltungsstücke von Dolomit eingebettet. Manche Stücke zeigen Zerdrückungen.

Die Sandkörnchen wittern leicht heraus und hinterlassen wohlgerundete Löcher.

Auf der Stolzalpe wurden vor Jahren die Rauchwacken abgebaut und als Ziersteine verwendet. Um Murau bestehen mehrere

Bildstöcke und die Fenstereinrahmungen des Murauer Schlosses sowie der Leonhardikirche aus dieser Rauchwacke. Die Baumeister bemängeln aber das Ausbrechen der Sandkörnchen, wodurch die Verwitterung gute Angriffspunkte bekommt.

In Verbindung mit den Dolomiten, beziehungsweise Rauchwacken treten manchmal auch quarzitische Gesteine auf, bei deren Einordnung Vorsicht geboten ist.

Die Quarzite am Hansennock, welche die Dolomite unterlagern, stelle ich zum Krystallin, weil sie im Verlauf gegen NO (Paalgraben—Kreischgraben) ins Krystallin hinein zu verfolgen sind.

Einer neuen Untersuchung wurden die Quarzkeratophyre auf der Stolzalpe unterzogen (Thurner, Lit. 1).

Da diese wie Serizitquarzite aussehenden Gesteine stets in Verbindung mit Rauchwacken, auf der Stolzalpe noch dazu mit Dolomiten, auftreten und ferner tektonisch stets mit den Triasgesteinen zusammengehen, war der Gedanke naheliegend, daß es sich hier vielleicht doch nicht um Quarzkeratophyre handelt, sondern um Serizitquarzite. Diese Ansicht wurde noch durch die Tatsache verstärkt, daß an einigen Stellen in den »Quarzkeratophyren« deutliche Quarzgerölle auftreten. (Perschlweg zum Neumann, etwas unterhalb vom Gehöft Steinwendtner.)

Ich habe daher nochmals Schliffe anfertigen lassen, so daß jetzt insgesamt sieben Schliffe untersucht wurden.

Im Handstück liegen dichte bis feinkörnige lichtgrünliche, wie Serizitquarzite aussehende Gesteine vor. Stellenweise sind regelmäßig verlaufende Klüfte von weißem Quarz ausgefüllt.

Bei vier Schliffen sind in einer serizitischen Grundmasse größere tropfenförmige Quarze eingelagert, deren ausgezogene Enden meist in *s* gerichtet sind. Nur in einem konnte ich mehrere Schachbrettalbite nachweisen — sonst sind alle frei von Feldspäten. Vereinzelt treten Turmaline auf.

Der Mineralbestand: Serizit, Quarz, wobei Serizit vorwiegt, ist bezeichnend. Herr Prof. Angel hatte wieder die Freundlichkeit, die Schliffe zu überprüfen, wofür ich ihm an dieser Stelle besonders danke.

Wichtig vor allem sind die Quarze. Sie zeigen auf einer Seite eine deutliche Rundung und auf der anderen eine Verschmälerung mit buchtig rundlichen Einsprüngen. An einer Stelle konnte man einen fein zerfransten Rand beobachten. Sind das Quarzgeröllchen oder Ausscheidungen von Quarz? Die Rundung und Einstellung der verschmälerten Enden sprechen für Geröllchen. Doch machte mich Herr Prof. Angel aufmerksam, daß die Buchten und die stellenweise auftretenden zerfransten Rändern für Porphyrquarze sprechen.

Außerdem ist für einen Serizitquarzit doch zu wenig Quarz vorhanden. Herr Prof. Angel sagt zwar wohl, daß diese Schliffe durchaus nicht klar und eindeutig für Quarzkeratophyr sprechen, doch auf Grund der Quarzausbildung muß man sie dahin stellen.

Die zweite Gruppe der Schliffe zeigt ebenfalls eine serizitische Grundmasse, in der jedoch zahlreiche kleinere Quarze, schwach gerundet oder tropfenförmig, eingebettet sind. Bei diesen ist die Ableitung von Porphyren schwerer, denn die Quarze sind nicht mehr in dieser charakteristischen Porphyrausbildung vorhanden. Aber die isolierten Quarzkörner, das Vorwiegen der serizitischen Grundsubstanz (nicht auskrystallisierte Feldspäte) sprechen auch hier für die porphyrische Herkunft. Wobei jedoch die Möglichkeit besteht, daß klastisches, tuffisches Material stärker beteiligt ist als bei der ersten Gruppe.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß richtige Quarzkeratophyre vorliegen, die jedoch an einigen Stellen klastisches tuffiges Material aufgenommen haben.

Diese Tatsache erschwert anscheinend den Vergleich mit den zentralalpinen Vorkommen. Es fehlen also in Murau typische Semmeringserizitquarzite. Und trotzdem glaube ich nicht, daß die Murauer Quarzkeratophyre gar so sehr aus der Reihe springen, denn an einigen Stellen sind auch in den zentralalpinen Serizitquarziten Porphyroide enthalten. So erwähnt Mohr (Lit. 3) an drei Stellen im Semmeringquarzit Porphyroide; Cornelius (Lit. 4) zeichnet im Fröschnitztal im Quarz zwei Vorkommen ein, und Heritsch (Lit. 5) erwähnt vom Fischbacher Fenster ebenfalls solche Gesteine. Nur ist eben dort die Sachlage umgekehrt — das klastische arkosehältige Material überwiegt und enthält nur kleine Porphyroide. In Murau hingegen überwiegt das Porphyrmaterial und die klastischen Lagen sind in der Minderheit.

Beschreibung der Vorkommen (= Aufnahmsergebnisse).

1. Hansennock (Karte p. 212).

Die brecciösen Dolomite um den Hansennock werden durch folgende Punkte umgrenzt: Kuppe südlich Hansennock—Verebnung am Ostabfall des Hansennocks (1560 *m*)—Sattel nördlich Hansennock—Weg nördlich Hansenalm (1490 *m* Höhe)—Hansenbach—kleine Ebenheit am Nordostabfall des Kammes 1116 bis Kote 1678—Ebenheit südlich Berglerbach in 1260 *m* Höhe—Kote 1678 *m*—Hansenalm—Sattel und Kuppe südlich Hansennock.

An der durchschnittlich NW—SO verlaufenden Hangendengrenze legt sich überall über die Dolomite das Paaler Konglomerat. Der Westrand des Konglomerats ist eine durch die Erosion bedingte Begrenzung (Erosionsrand).

Das Liegende der Dolomite ist vom Berglerbach bis zur Kote 1678 durch Quarzite gekennzeichnet, die im Berglerbach von phyllitischen Glimmerschiefern, von der Kote 1678 an gegen S von Biotitgneisen unterlagert wird; doch sind in dem Raume Kote 1678, Hansenalm und weiter gegen S die Aufschlüsse derart schlecht, daß nur auf Grund weniger Lesestücke Ausscheidungen möglich sind.

Einige Profile klären genauer die Lagerung auf:

a) Im Berglerbach (oberer Hansenbach) reichen die Paaler Konglomerate, welche die Engschlucht des Hansenbaches aufbauen und ausgezeichnet aufgeschlossen sind, bis 1280 *m* Höhe. Sie fallen in den tiefsten Lagen in der Nähe der Quarzite mit 30° gegen NO. Ohne hier weiter auf die Konglomerate einzugehen, sei nur erwähnt, daß innerhalb der Konglomerate Harnische, steiler fallende Partien, Tonschieferlagen und grobkörnige Arkosen auftreten.

Unter den Konglomeraten liegen weiße bis graue Quarzite und phyllitische Glimmerschiefer mit 30° NNO Fallen. Die Quarzite haben am Wege neben dem Berglerbach eine Mächtigkeit von 80 bis 100 *m*. Von den Dolomiten ist in diesem Profil nichts zu sehen (Fig. 1).

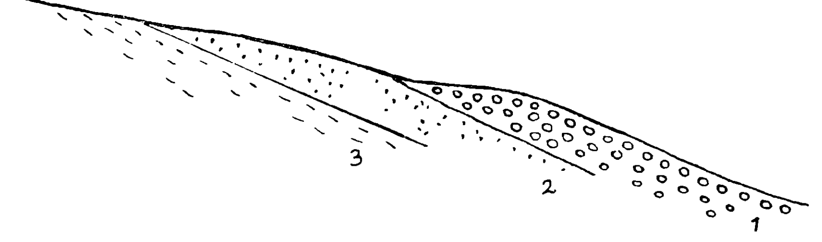


Fig. 1.
1 = Konglomerat, 2 = Quarzit, 3 = Glimmerschiefer.

Einige Bemerkungen sind zu den Quarziten und phyllitischen Glimmerschiefern notwendig.

Die gut gebankten Quarzite konnte ich vom Berglerbach gegen N bis zur ersten Brücke über die Paal verfolgen. Nur einige Stellen seien erwähnt: Unmittelbar unter dem Gehöft »Unterbergler« fallen die Quarzite 40° gegen SO; westlich vom Forsthaus in der Paal wurde 15° Ostfallen gemessen; an der Brücke im Paalgraben herrscht 20° Ostfallen. Einen deutlich ausscheidbaren Horizont bilden diese Quarzite am Nordwestabfall des Schadingerwaldes, von wo sie über den Kreischbach—Gehöft »Treschler« (am markierten Weg zum Kreischberg) bis gegen den Reichenauer Bach verfolgt werden können. Die Quarzite sind also auf jeden Fall ein markantes Schichtglied. Während sie jedoch im Berglerbach unmittelbar unter den Konglomeraten liegen, lagern im Raume Berglerbach—Paalbach—Kreischbach phyllitische Glimmerschiefer auch darüber, so daß sie ganz von Krystallin umgeben sind und nicht als ein Schichtglied der Trias angesehen werden können.

b) Erst am Hang unmittelbar südlich vom Berglerbach trifft man unter den Konglomeraten die Dolomite, die mit 20° gegen NO fallen. Quarzite und phyllitische Glimmerschiefer liegen darunter (Fig. 2).

c) Ein aufschlußreiches Profil bildet der von Kote 1678 zu den Koten 1570 und 1116 ziehende Kamm. Die Konglomerate reichen

bis zu einer kleinen Ebenheit in 1495 *m* Höhe, darunter liegen bis zur Kote 1678 *m* die brecciösen, stark zerhackten Dolomite; Fallrichtungen sind nur an wenigen Stellen meßbar. Ich stellte meist 20° NNO—NO Fallen fest (Fig. 3).

Die Unterlage auf der Ebenheit bei 1678 *m* ist sehr schlecht aufgeschlossen, es liegen aber Quarzite und Biotitgneise herum.

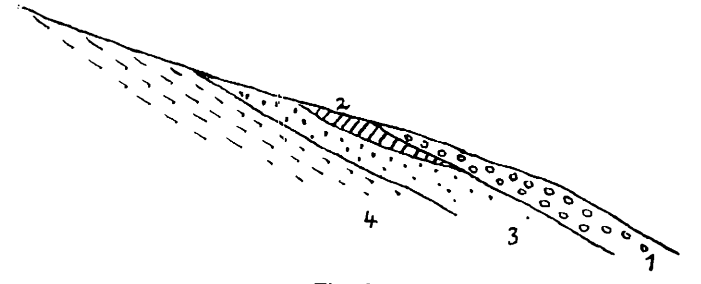


Fig. 2.
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit, 3 = Quarzit, 4 = Glimmerschiefer.

Die Dolomite, die hier den 183 *m* hohen Hang bilden, weisen zahlreiche Felswandeln auf — überall sieht man die Spuren starker Zertrümmerung. In dem großen Schlag nördlich des Kammes in 1520 *m* Höhe habe ich fossilverdächtige Gesteine gefunden, doch war mit bestem Willen nichts herauszubekommen.

Die Auflagerung der Konglomerate ist zwar nirgends direkt aufgeschlossen, doch ist aus den verschiedenen Fallrichtungen in den

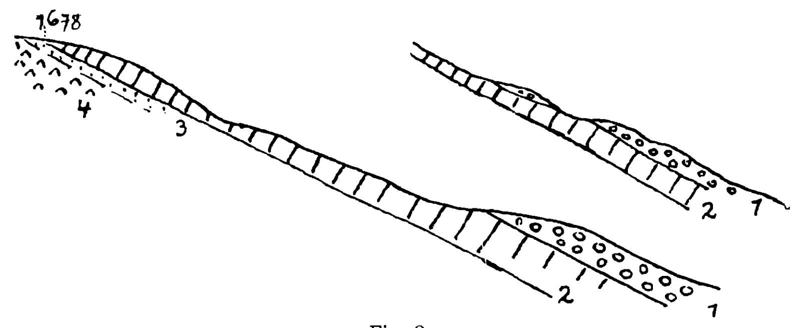


Fig. 3.
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit, 3 = Quarzit, 4 = Gneis.

Konglomeraten und in den Dolomiten die konkordante Lagerung, so wie in Innerkrems, zu erschließen.

Die Westgrenze der Konglomerate ist eine buchtige Linie und hängt von der Oberflächenbeschaffenheit ab. An einigen Stellen, besonders im Hohlweg Berglerbach—Hansenalm werden die Konglomerate so tief durchschnitten, daß die darunter liegenden Dolomite zum Vorschein kommen (Fig. 3).

d) Im Profil Kote 1678 — Hansenbachsattel nördlich Hansennock ist wieder die Schichtfolge Quarzit—Dolomit—Paaler Konglomerat aufgeschlossen. Am Ostabfall der Kote 1678 treten am Wege zur Hansenalm in 1570 *m* Höhe Quarzite auf. Da die Aufschlüsse sehr schlecht sind, ist dieses Vorkommen nur dadurch verständlich, daß durch den Geländeknick die unter den Dolomiten

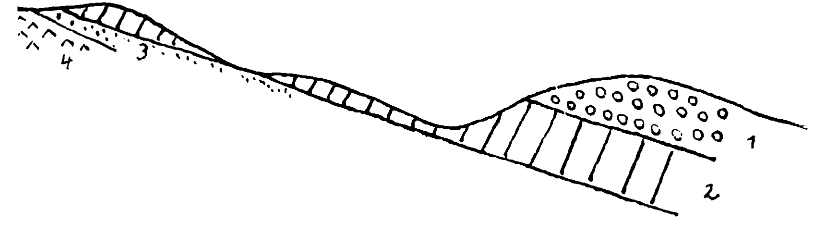


Fig. 4.
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit, 3 = Quarzit. 4 = Gneis.

liegenden Quarzite zum Vorschein kommen, so wie in Fig. 4 die Lagerung dargestellt ist.

Nördlich vom Hansennock fällt die Dolomitkonglomeratgrenze mit dem Sattel zusammen, der zwischen Bärennock und Hansennock einschneidet. Die Dolomite streichen schräg mit NW—SO über den Sattel zum Hansenbach.

e) Schwieriger ist die Lagerung südlich der Linie Hansenalm — Hansennock zu erkennen. Die Aufschlüsse in dem flachhügeligen und teilweise versumpften Gebiet sind sehr schlecht und vielfach von alten Schottern bedeckt.

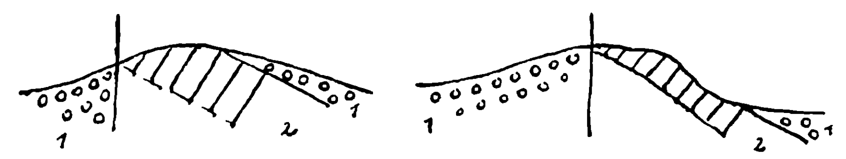


Fig. 5 und 5*a*.
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit.

Aus der Aufnahme ergeben sich folgende Tatsachen: Die 30 bis 40 *m* hohen steileren West-Ost- und Südabfälle des Hansennocks bestehen aus Dolomit. Im S, beziehungsweise SW der Hansenalm — am Fußsteig, der von der Alm über die flachen Kuppen gegen S führt — steht Konglomerat an. Der Ostabfall dieser Kuppen gegen das sogenannte »Langmoos« besteht wieder aus Dolomit, der über dem Sattel südlich Hansennock mit den Dolomiten des Hansennocks in Verbindung steht.

Im O fallen die Dolomite deutlich unter das Konglomerat; auch das südlichste Ende der Dolomite beim »Langmoos« zieht unter die Konglomerate hinein.

Da aber westlich der Dolomite vom Langmoos (Kamm südlich Hansennock) Konglomerate liegen, bekommt man den Eindruck, daß hier Konglomerate auch unter den Dolomiten liegen. Das widerspricht den bisherigen Ergebnissen im N und auch weiter im S im Traningerbach, wo wieder die gewöhnliche Überlagerung Quarzit—Dolomit—Konglomerat herrscht.

Die Lagerung bei der Hansenalm ist also nur durch tektonische Störungen erklärbar. Der auffallend steile Südwestabbruch des Hansennocks spricht für einen Bruch, der NW—SO verläuft. Die Dolomite

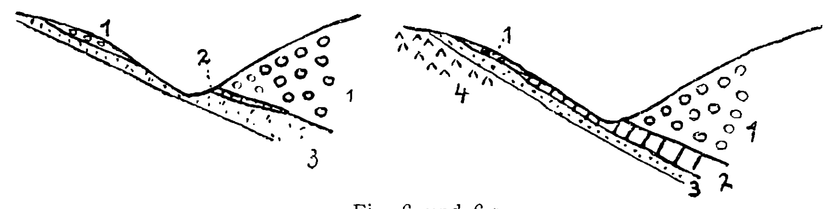


Fig. 6 und 6*a*.
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit, 3 = Quarzit, 4 = Hornblendegneis.

südlich vom Hansennock — also der abgebrochene Teil — sind nach S niedergebogen und von Konglomeraten überdeckt (Fig. 5 und 5*a*).

f) Im Traningerbach, der beim Gasthaus Kaltwasser in den Paalbach fließt, sind im oberen Teil wieder Dolomite und Quarzite aufgeschlossen. Der größte Teil dieses Bachbettes liegt im Konglomerat, das südlich vom Bach mit NNO Fallen in die Luft ausstreicht. Im unteren Teil liegen auch Hornblendegneise, die bis zum Winterbach ein mächtiges Schichtglied bilden.

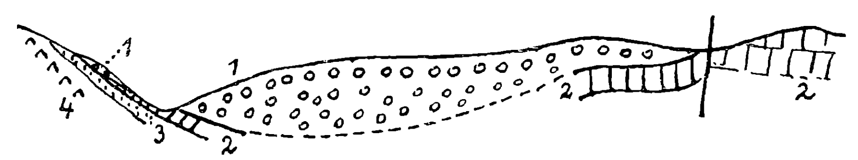


Fig. 7 (schematisch).
1 = Konglomerat, 2 = Dolomit, 3 = Quarzit, 4 = Gneis.

Von 1330 *m* an bis 1400 schneidet der Bach die Unterlage der Konglomerate an — es treten die bekannten Quarzite auf, die sehr gut gebankt 25° NNO fallen (Fig. 6).

In 1470 *m* Höhe tauchen unter dem Konglomerat brecciöse Dolomite auf, deren Stellung in Fig. 6*a* dargestellt ist.

Die Aufschlüsse im Traningerbach sind mit denen am Hansennock zu verbinden. Es sind dies die nach S niedergebogenen Teile der Trias, die sich jedoch gegen S mit 20—30° NO bis NNO Fallen wieder emporheben (Fig. 7).

Überblickt man die Trias in dem Raume Hansennock—Traningerbach, so sehen wir fast überall die Lagerung Quarzit—Dolomit—Konglomerat.

Die Dolomite bilden nur eine 30 bis 50 *m* mächtige Platte, die nördlich vom Hansennock NO—NNO fällt und südlich davon gegen S abbiegt und sich im Traningerbach wieder heraushebt. Die Dolomite reichen, wie die Aufschlüsse im Berglerbach und Traningerbach zeigen, nicht weit gegen O unter das Konglomerat. Die Quarzite unterlagern fast überall die Dolomite und stoßen weiter gegen O vor als die Dolomite (siehe Traningerbach). Sie machen im allgemeinen die Tektonik der Dolomite mit. Das Verhältnis zum Krystallin ist mir noch zu wenig bekannt. Es besteht aus phyllitischen Glimmerschiefern, Biotitgneisen und im S der Konglomerate fand ich Hornblendegneise.

2. Melkerboden im Paalgraben.

a) Ungefähr 300 bis 400 *m* südlich der Einmündung des Hansenbaches in den Paalbach weitet sich das Tal, das hier als Melker-

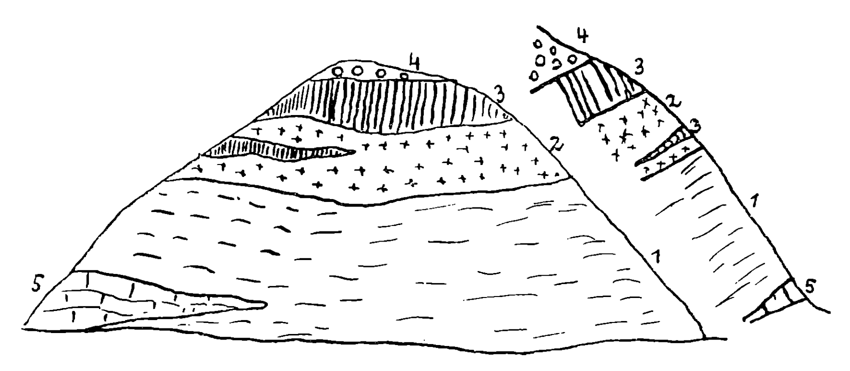


Fig. 8.
1 = Glimmerschiefer, 2 = Dolomit, 3 = Phyllonit, 4 = Konglomerat, 5 = Kalk.

boden bezeichnet wird. An der Westseite des Tales liegt ein kleiner Steinbruch. Zu unterst sind phyllitische Glimmerschiefer mit einem Keil von Bänderkalk aufgeschlossen. Darüber liegen 4 bis 6 *m* mächtige, dunkelblaugraue Dolomite, die denen vom Hansennock ähneln. Am südlichen Ende des Steinbruches spießt ein $^1/_2$ bis 1 *m* mächtiger Phyllonit hinein, wie er am Kreischbergnordabfall auftritt. Den oberen Abschluß bilden wieder Phyllonite, die von Konglomeraten überlagert werden. Alle Schichten zeigen starke Spuren von Durchbewegung, wechseln rasch in der Mächtigkeit und fallen durchschnittlich 20° NW (Fig. 8).

Es kann sich hier nur um verschürfte Schubfetzen handeln, die von der Hauptmasse der Dolomite abgetrennt wurden und im gleichen Niveau zu liegen kamen.

Die Verbindung dieses Aufschlusses mit dem Hansennock und dem folgenden auf der Ostseite des Melkerbodens ist in Fig. 9 dargestellt.

b) Nördlich vom Gehöft Melkerbauer (östlich vom Melkerboden im Paalgraben) liegt in der Wiese zwischen phyllitischen Glimmerschiefern und Phylloniten ein ungefähr 2 *m* mächtiger Dolomitklotz, der 25° SW fällt und durch eine Luftlinie mit dem Aufschluß am Melkerboden zu verbinden ist. Dieser Aufschluß ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil er die Verbindung mit den Rauchwacken im Kreischberggebiet herstellt.

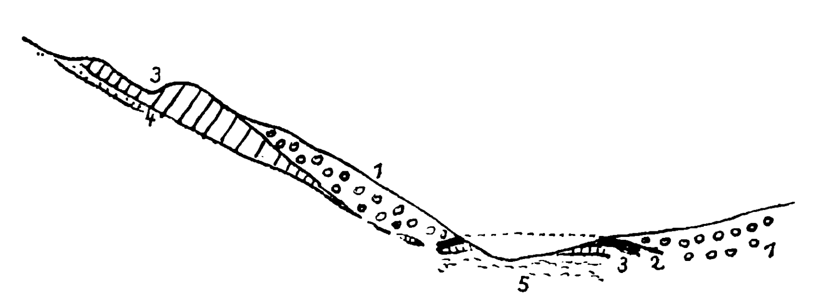


Fig. 9 (schematisch).
1 = Konglomerat, 2 = Phyllonit, 3 = Dolomit, 4 = Quarzit, 5 = Glimmerschiefer.

3. Kreischberg, Nordwest- bis Nordabfall.

Vom Paalgraben über den Wallnergraben, Schadingerwald, Kreischbergnordabfall, Kote 1404, bis zum Gehöft »Rosenkranz« im Lorenzengraben wird das Paaler Konglomerat von einem ausgesprochenen Gleithorizont, der aus Phylloniten und verschieden mächtigen Rauchwacken besteht, unterlagert.

Die Phyllonite sind schwarzgrünliche phyllitische Gesteine, die hauptsächlich aus Quarz bestehen, deren eckige Trümmer in einer serizitisch-graphitischen Grundmasse eingebettet liegen. Auf Grund der Schliffbeobachtung ist das Gestein als Serizitquarzitphyllonit zu bezeichnen, wobei die phyllonitischen Merkmale in den verschmierten serizitischen und graphitischen Bestandteilen liegen.

Stets über dem Phyllonit liegen die ockrigen Rauchwacken. Auf Grund ihrer Lagerung würde man sie für Tektonite halten. Wenn man jedoch die Handstücke betrachtet, so zeigen sie wenig Merkmale von Zertrümmerung und Zerreibung. Die Rauchwacken vom Schadingerwald lassen deutlich kleine Quarzsandkörnchen, die gerundet sind, erkennen.

Ich bin daher der Meinung, daß diese Rauchwacken sedimentärer Entstehung sind und tektonisch nur wenig abbekommen haben. Dies steht zwar scheinbar in einem Widerspruch mit den Phylloniten, doch läßt sich die Sachlage hier so erklären, daß eben die gesamten gleitenden Vorgänge nur auf den Phyllonithorizont beschränkt blieben.

Die gleiche Erscheinung sieht man im Konglomeratkomplex, wo Tonschieferlagen und Sandsteine enthalten sind, die inmitten der metamorphen Konglomerate keine Spur von besonderer Beanspruchung zeigen. Ähnliche Gegensätze habe ich in Innerkrems beschrieben, wo

unglaublich durchbewegte Phyllonite auf der Eisentalhöhe die Unterlage der Rhätkalke und Rhätmergel bilden, die keine Anzeichen von tektonischer Durchbewegung aufweisen.

Es wurde ebenso wie am Kreischberg die ganze Auswirkung der Aufschiebung auf einen Horizont übertragen, während die anderen mitgeförderten Schichtglieder verschont blieben. Die gleitenden Vorgänge — und nur um solche kann es sich handeln — blieben auf die Basisschichten beschränkt.

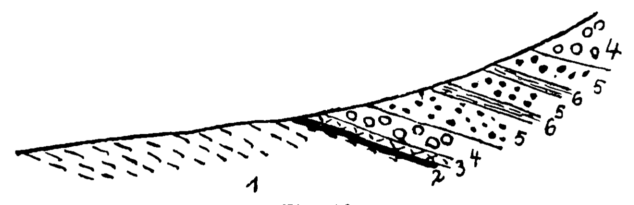


Fig. 10.

1 = Glimmerschiefer, 2 = Phyllonit, 3 = Rauchwacke, 4 = Konglomerat, 5 = Arkose, 6 = Tonschiefer.

Ich beschreibe die wichtigsten Profile:

a) Wallnergraben: Der ganze untere Teil dieses tief eingeschnittenen Tales besteht aus Glimmerschiefern, die 20—30° SW—SSW fallen. In 1500 *m* Höhe, unmittelbar über dem Wildzaun, liegen 1 bis 2 *m* mächtige Rauchwacken, die von den Gesteinen der Konglomeratserie überlagert werden. Bemerkenswert ist, daß hier im Konglomerat bis 1750 *m* mehrere Lagen von weißen, grobkörnigen Quarziten bis Arkosen und Tonschiefern enthalten sind (Fig. 10).

Die Rauchwacken sind auf dem südlichen Hang nur in Form weniger kleiner Blöcke nachweisbar — die Aufschlüsse, die recht spärlich sind, lassen erkennen, daß hier die Konglomerate meist unmittelbar den phyllonitischen Glimmerschiefern aufliegen.

Gegen den nördlichen Hang zu nehmen die Rauchwacken rasch zu und sind bis zum Kamm des Schadingerwaldes zu verfolgen.

b) Kamm am Schadingerwald (Kote 1605).

Die Glimmerschiefer reichen bis zum Ende des Steilhanges in 1590 *m* Höhe und fallen 20—30° gegen NO—NOO; die obersten Lagen sind sehr phyllonitisch ausgebildet. Knapp vor der Kuppe mit der Kote 1605 lagern mächtige gelbliche Rauchwacken darüber, welche auch den ganzen Ostabfall dieser Kuppe zusammensetzen und insgesamt 170 *m* mächtig sind.

Darüber liegen, am ebenen Kamm wohl sehr unklar aufgeschlossen, phyllonitische Glimmerschiefer, die mit Beginn des Aufstieges von den zum Konglomeratschichtstoß gehörigen weißen Arkosen (bis Quarziten) überlagert werden (Fig. 11).

Dieses Profil zeigt die Rauchwacken ausgezeichnet aufgeschlossen.

c) Schadingerwald bis Sattel nordwestlich Esebeckhütte, 1600 *m.*

Die Rauchwacken kann man als zusammenhängenden Zug bis zum Sattel am markierten Weg zur Esebeckhütte verfolgen, doch ist die Mächtigkeit raschem Wechsel unterworfen. Schon unmittelbar nördlich der Kammkuppe (Kote 1605) ist die Rauchwacke nur mehr 20 *m* mächtig. Gegen die große Grabenmulde des Kreischberges

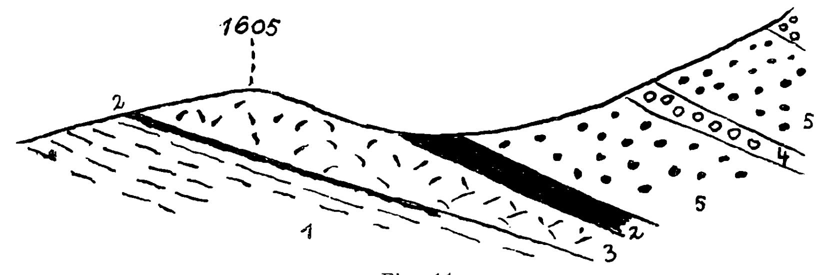


Fig. 11.
1 = Glimmerschiefer, 2 = Phyllonit, 3 = Rauchwacke, 4 = Konglomerat, 5 = Arkose.

schwellen sie wieder mächtig an und bauen den Hang von 1380 bis 1460 *m* auf. Der steile Bach hat hier gute Anrisse erzeugt. Die darunterliegenden Phyllonite sind von den phyllitischen Glimmerschiefern schwer abtrennbar.

Zum Sattel hin erfolgt wieder ein Nachlassen der Mächtigkeit.

In diesem Raum (Schadingerwald—Kreischberg NW) liegen die Konglomerate unmittelbar auf den Rauchwacken; die Arkosen,

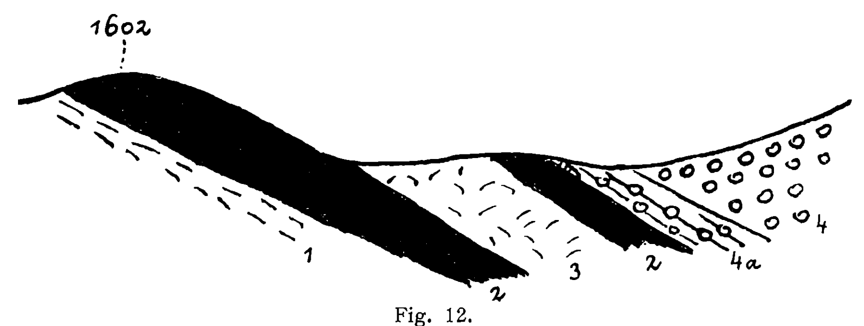


Fig. 12.
1 = Glimmerschiefer, 2 = Phyllonit, 3 = Rauchwacke, 4*a* = phyllonitisches Konglomerat, 4 = Konglomerat.

die vom Wallnergraben bis zum Schadingerwald in zwei bis vier Lagen, die oft bis 60 *m* mächtig sind, anschwellen, gehen in der Kreischbergmulde rasch zu Ende.

d) Kote 1602 — Sattel am markierten Weg Stadl — Esebeckhütte.

Über den phyllitischen Glimmerschiefern liegen Phyllonite, die auf der Kote 1602 eine Mächtigkeit von 20 bis 30 *m* haben, und

Rauchwacken, die am markierten Weg von 1530 *m* Höhe bis zum Sattel ziehen. Im Sattel ist die Rauchwacke noch 100 *m* mächtig; darüber liegen mit 30—40° gegen SSW Fallen wieder Phyllonite (20 *m* mächtig), dann folgt ein 5 bis 6 *m* mächtiger Knödel von Rauchwacke, hierauf sehr metamorphes phyllonitisiertes Konglomerat, das beim neuerlichen Anstieg (Brunnen) von gewöhnlichem Paaler Konglomerat überlagert wird (Fig. 12).

Erwähnenswert ist bei diesem Profil noch, daß unter den phyllitischen Glimmerschiefern von 1120 bis 1215 *m* die weißen bis grauen gut gebankten Quarzite auftreten, die denen vom Hansennock gleichen.

e) Sattel am Nordabfall des Kreischberges südlich der Kote 1661.

Die Phyllonite schwellen gegen N (zwischen Kote 1602 und 1661) rasch an und bauen die Ebenheiten über dem Steilhang auf.

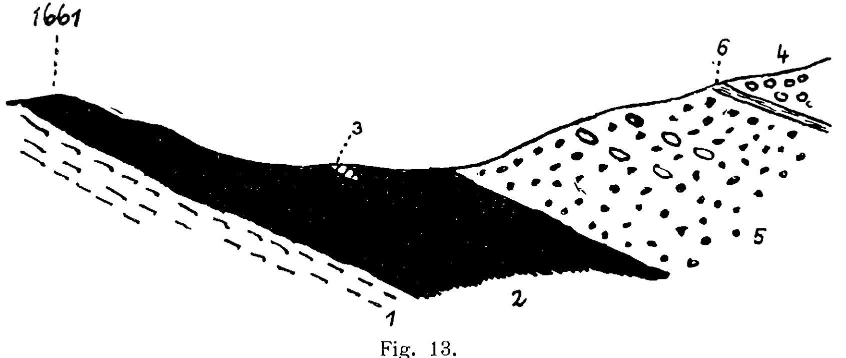


Fig. 13.

1 = Glimmerschiefer, 2 = Phyllonit, 3 = Dolomit, 4 = Konglomerat, 5 = Arkose, 6 = Tonschiefer.

Die Rauchwacken enden noch am Sattel östlich von Kote 1602 und sind nicht weiter zu verfolgen. Auf Grund der zwar schlecht vorhandenen Aufschlüsse keilen sie nicht spitz aus, sondern enden dickbauchig.

Im Sattel südlich der Kote 1661 sind die Phyllonite über den phyllitischen Glimmerschiefern in einer Breite von 800 *m* aufgeschlossen; sie fallen 30° SSW. Am westlichen Ende des Sattels fand ich einige Blöcke von gelblich anwitterndem kalkigem Dolomit in einer Mächtigkeit von 2 bis 3 *m*, der wieder von Phylloniten überlagert wird.

Der Steilaufstieg besteht aus weißen, grobkörnigen Quarziten bis Arkosen, die stellenweise kinderfaustgroße Gerölle enthalten. (Sie ähneln dann sehr den Silberberger Konglomeraten.) Nach 80 *m* Mächtigkeit liegt ein 4 bis 5 *m* mächtiger Tonschiefer darüber, der von besonders stark metamorphen Konglomeraten, die oft wie konglomeratische Glimmerschiefer aussehen, überdeckt wird (Fig. 13).

Quarzite und Tonschiefer sind im Streichen nicht weit verfolgbar, so daß besonders die Quarzite als dickbauchige Linse erscheinen.

Die grobkörnigen Quarzite bis Arkosen gehören zur Konglomeratserie, man findet sie stets im Liegenden der Konglomerate.

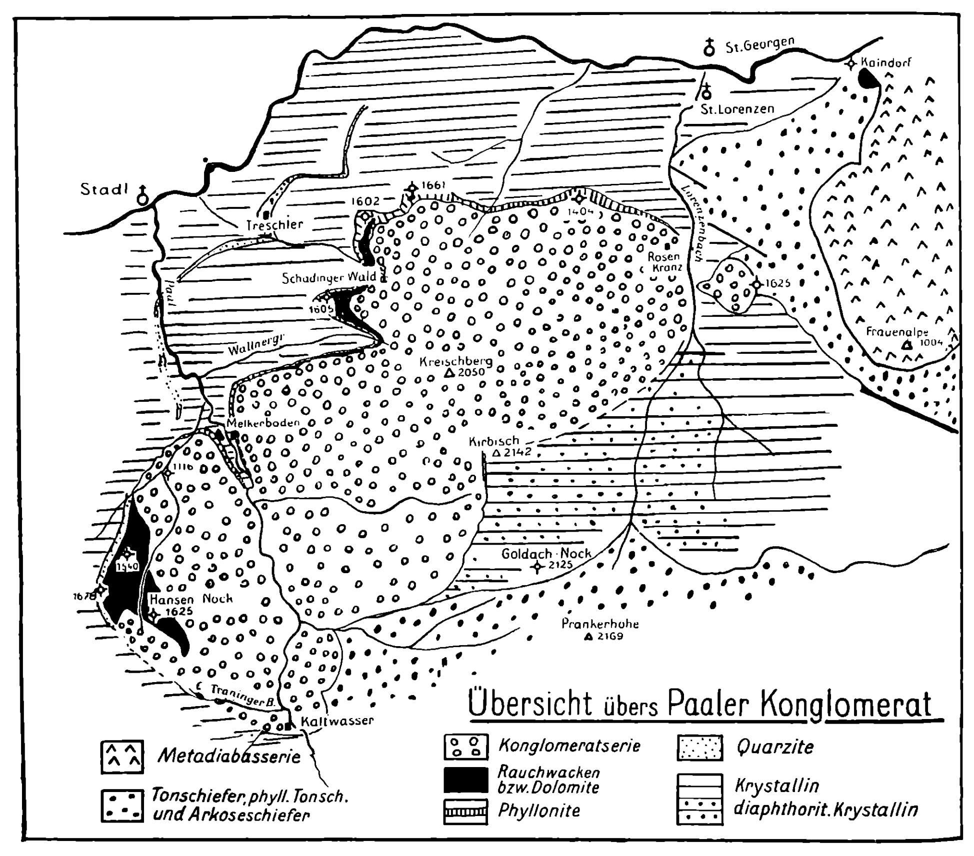
f) Der Nordostrand des Paaler Konglomerates (von Kote 1661 bis Gehöft »Rosenkranz«).

Die Phyllonite konnte ich bis in den Graben nördlich vom Gehöft »Rosenkranz« verfolgen, sie besitzen verschiedene Mächtigkeit. Besonders mächtig sind sie am Westabfall gegen den Lorenzenbach zu entwickelt, wo sie aber weiter gegen S rasch abnehmen. Nirgends jedoch konnte ich Rauchwacken oder Dolomite finden.

Es lagern über den Phylloniten gleich die Konglomerate — auch Arkosen fehlen hier, die treten erst südlich vom Gehöft »Rosenkranz« wieder auf.

Zusammenfassung der Trias am Kreischberg (siehe Kärtchen).

Unter dem Paaler Konglomerat liegt ein durch Phyllonite gekennzeichneter Gleithorizont, der stellenweise, besonders am Nord-



Kartenskizze.

westabfall, von Rauchwacken begleitet ist, die jedoch wahrscheinlich sedimentärer Entstehung sind.

Es herrscht meist folgende Lagerung: phyllitische Glimmerschiefer—Phyllonit—Rauchwacke—Konglomerat.

Die weißen grobkörnigen Quarzite bis Arkosen (Wallnergraben—Schadingerwald—südlich Kote 1661) gehören zum Konglomerat.

Die Rauchwacken liegen in der tektonischen Fortsetzung der Dolomite vom Melkerbauern im Paalgraben.

4. Kaindorf.

Bei der Haltestelle Kaindorf (erste Haltestelle westlich Murau) sind zwei große Dolomitvorkommen bekannt geworden, die ursprünglich zusammenhängend, durch das alte Murtal zerschnitten wurden.

Das eine Vorkommen von Dolomit befindet sich unmittelbar bei der Haltestelle — die kleine Kuppe, die zur Mur abfällt, besteht zum größten Teil aus Dolomit.

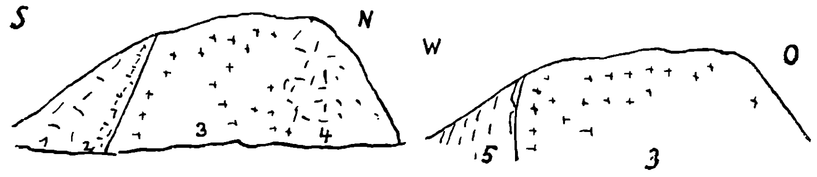


Fig. 14 und 14*a*.
1 = brecciöser Dolomit, 2 = Rauchwacke, 3 = Dolomit, 4 = brecciöser Dolomit, 5 = Tonschiefer.

Südlich der Haltestelle ist der Ostabfall des Hanges mit der Kote 939 aus dem gleichen Dolomit aufgebaut.

a) Die Kuppe bei der Haltestelle.

Durch einen Steinbruch an der Ostseite bekommt man einen guten Einblick. Die Mitte des Steinbruches wird von einem blauen, wenig brecciösen, auffallend harten Dolomit eingenommen, der 8 bis 9 *m* breit ist. Südlich ist dieser Dolomit durch einen scharf ausgeprägten Harnisch, der 80° SSW fällt, abgeschnitten. Es schließt sich daran eine brecciöse ockerige Rauchwacke. Bei genauer Betrachtung erkennt man die zerbrochenen und zerriebenen Dolomitstücke. Weiter weg vom Harnisch wird die Rauchwacke fester und weniger brecciös (Fig. 14).

Nördlich vom festen Dolomit — gegen die Mur zu — ist der blaue Dolomit stark zerbrochen und von weißen Dolomitadern ausgeheilt. Gegen die Mur wird der Dolomit lichter, stellenweise sogar weiß, und es treten schwach geschieferte Gesteine auf. Die Schieferung setzt jedoch oft aus, ist unregelmäßig, so daß man den Eindruck bekommt, daß es sich um eine Druckschieferung handelt. Für den Abbau kommt hauptsächlich die mittlere Partie in Betracht.

Im massigen Dolomit sind gelegentlich Pyrite enthalten.

Am Westrand schmiegen sich an die Dolomite Tonschiefer an. Wenn man von der Mur aus um den großen, steil abfallenden Felsen herumgeht, so sieht man, daß sich an die Dolomite zuerst kohlige Tonschiefer anlegen, die steil SSW fallen. Dann folgen tonige Phyllite (15 *m* mächtig), hierauf grünliche Tonschiefer mit 80—90° NO Fallen und schließlich wieder tonige Phyllite mit 80° NOO Fallen.

Am Weg von der Haltestelle zur Mur stehen schwarzgraue Tonschiefer mit 70° SW Fallen an.

Am Westabfall des großen zur Mur abfallenden Felsens zeigen die an den Dolomit anschließenden Tonschiefer eine auf mehrere Meter Länge aufgeschlossenen Reihe von dolomitischen Linsen, die abgequetscht, durch Scherflächen getrennt, im Tonschiefer liegen. Die Linsen haben eine Breite von 8 bis 20 *cm*.

Die Aufnahme dieser Kuppe und einen O-W-Schnitt zeigt Fig. 14*a*.

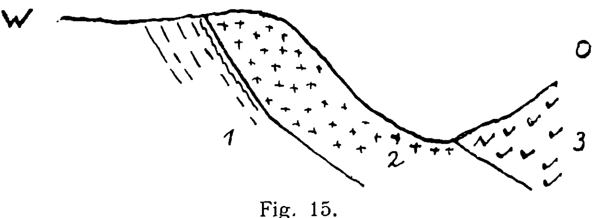


Fig. 15.
1 = Tonschiefer, 2 = Dolomit, 3 = Metadiabas.

Der Harnisch ist durch den Dolomit nicht durchzuverfolgen, die brecciösen rauchwackenähnlichen Partien sind nur auf der Südseite, während der nördliche Teil grob zerbrochen ist.

Der Dolomit ist auf jeden Fall ein tektonisch verschleppter Klotz, in dem jedoch nur die randlichen Partien zertrümmert wurden, der zentrale Teil aber verschont blieb.

Südlich der Haltestelle Kaindorf sind am Ostabfall der Kote 939 die Dolomite hauptsächlich lichtblau bis weiß entwickelt. Rasch absetzende Schieferungen (Druckschieferungen) sind häufig und lassen 50°—60° NO Fallen erkennen. Darunter liegen auf der Ebenheit im Sattel oberhalb des östlichen Steilaufstieges zerknitterte, verdrückte phyllitische Tonschiefer mit 60° NO—NNO Fallen. Östlich vom Bach, der den Ostabfall begrenzt, liegen Metadiabase, deren Bänke 35° NOO fallen (über den Dolomiten, Fig. 15).

Umgeht man diesen Dolomit, so erscheint er nicht als eine Linse, sondern als ein dicker, bauchiger Knödel, der zwischen Tonschiefer und Metadiabas liegt.

Verbindet man nun beide Vorkommen zu einer Einheit, wie sie ursprünglich war, ehe die Mur einschnitt, so zeigen die liegenden Partien (Ostabfall) Druckschieferung, Pressung, die hangenden Partien Zertrümmerung.

Zusammenfassung.

Die fraglichen Triasdolomite sind verschleppte, dickbauchige Gebilde zwischen Tonschiefern und Metadiabasen. Auffallend ist die abweichende Stellung im Vergleich zu den vorhergenannten Vorkommen. Der Dolomit liegt hier zwischen zwei Gesteinshorizonten, die im weiteren Verlaufe gegen SW am Frauenalpe-Nordwestabfall durchaus keine besondere tektonische Trennung aufweisen. Die Tonschiefer, die mit feinschichtigen Arkoseschiefern in Wechsellagerung stehen, zeigen in den hangendsten Lagen in der Nähe der Metadiabase nicht die geringste Beanspruchung. Tonschiefer, feinschichtige Arkoseschiefer und Metadiabase, die ebenfalls Tonschieferlagen enthalten, erscheinen als ein zusammenhängender Schichtstoß.

Wo jedoch die Tonschiefer auf den phyllitischen Glimmerschiefern aufliegen, sind sie so wie beim Dolomitkontakt zerknittert und verdrückt, so daß man hier einen tektonischen Aufschiebungshorizont annehmen kann.

5. Die Stolzalpe.

Zwischen der Murauer Phyllitkalkserie und der Metadiabasserie sind auf der Stolzalpe an zahlreichen Stellen, besonders jedoch am Süd- und Westabfall Rauchwacken und brecciöse Dolomite eingelagert. Ich habe auf meiner Stolzalpenkarte diese beiden Gesteine nicht immer getrennt ausgeschieden, weil ich einige besonders brecciöse Dolomite mit den Rauchwacken zusammenzog.

Außerdem sah ich in den Rauchwacken und Dolomiten verschürfte und zertrümmerte Gesteine der Murauer Phyllitkalkserie. Diese Ansicht muß fallengelassen werden. Die Rauchwacken und Dolomite haben mit dem Untergrund nichts zu tun. Sie sind, wenn man die Vorkommen mit denen vom Hansennock und vom Kreischberg vergleicht, so wie diese tektonisch verschleppte Reste eines größeren Triasschichtstoßes.

Die neuen Begehungen haben nun vor allem ergeben, daß die Rauchwacken und Dolomite zu trennen sind. Im allgemeinen herrscht von unten nach oben folgende Lagerung:

1. Murauer Kalk
2. Rauchwacken
3. Quarzkeratophyre
4. Dolomite
5. Metadiabase.

Die Rauchwacken liegen meist unter den Quarzkeratophyren, die Dolomite über ihnen.

Während bisher Dolomite und Rauchwacken stets getrennt auftraten, sind sie hier im gleichen Profil verbunden und es erwies sich als notwendig, Rauchwacken und Dolomite zu trennen.

Die Rauchwacken bilden vom Wirtschaftsgebäude der Stolzalpenheilstätten angefangen bis Rinegg einen perlschnurartigen

Zug. Die Dolomite hingegen treten seltener auf und bilden dickbauchige Linsen. Am Nordost- und Südostrand sind »Triasreste» bedeutend seltener, hier sind nur geringmächtige, kleine Vorkommen bekannt. Für die Gesamttektonik ist die Verteilung dieser Schubsplitter von großer Bedeutung.

Ich bespreche die wichtigsten Vorkommen:

a) Profil Kinderheilstätte—Wirtschaftsgebäude—Kurhaus (Fig. 16).

Die Murauer Kalke reichen bis zum Beginn der Ebenheit, auf der das Wirtschaftsgebäude der Heilstätte steht. Sie fallen 10—20° gegen S. Bei der Straßenbiegung unmittelbar unter dem Wirtschaftshof stehen 2 bis 3 *m* mächtige ockrige Rauchwacken an, die gegen O bis zum Gehöft »Steinwendtner« und gegen W bis zum Sägewerk zu verfolgen sind.

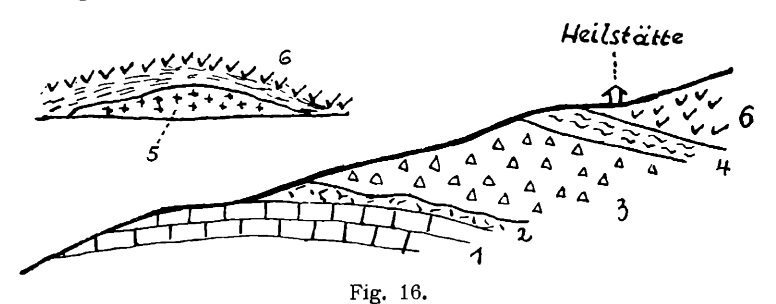


Fig. 16.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauckwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Darüber liegen die quarzitisch aussehenden Quarzkeratophyre, die nach 40 *m* Mächtigkeit bei der letzten Straßenbiegung westlich vom Kurhaus in phyllitische Keratophyre übergehen. Die grauen, zähen phyllitischen Typen gehen allmählich aus den festen gebankten Keratophyren hervor — sie stellen die besonders durchbewegte Randfazies dieser Gesteine dar. Knapp vor dem Kurhaus legen sich die Metadiabase, die Tonschieferlagen enthalten, darüber. Unmittelbar an der Grenze ist an der Straße ein 7 bis 8 *m* langer, ungefähr 1 *m* hoher Dolomitknödel aufgeschlossen. Er ist lichtblau und auffallend dicht. Diabasschiefer mit tonigen Lagen überdeckt die linsenförmige, gewölbte Oberfläche (Fig. 16 oben).

b) Die Südwestkante der Stolzalpe (Sägewerk westlich Wirtschaftsgebäude; Fig. 17).

Sie zeigt über dem Muraurer Kalk ein deutliches Rauchwackenband, das vom Quarzkeratophyr und dessen phyllitischer Entwicklung überlagert ist. Unter den Diabasen wurde kein Dolomit beobachtet.

Ungefähr 200 *m* nördlich der Südwestkante, in einer kleinen Mulde, wird der Schichtstoß Murauer Kalk—Rauchwacke—Quarz-

keratophyrdiabas durch einen NNO—SSW streichenden Bruch abgeschnitten. Nördlich davon liegt gegen das Gehöft Merbacher zu die gleiche Schichtfolge ungefähr 30 *m* tiefer. Die Rauchwacken sind hier stellenweise nicht zu beobachten, an anderen Stellen sind sie nur in 1 bis 2 *m* mächtigen Lagen vorhanden.

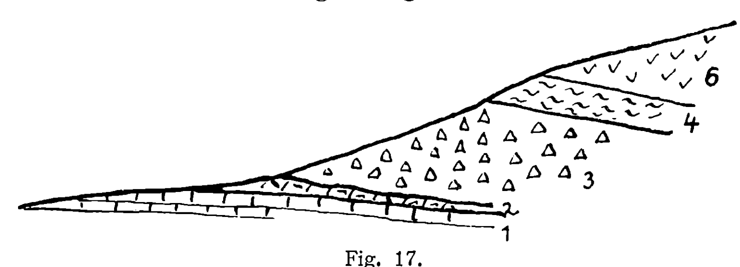


Fig. 17.

1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

c) Westabfall der Stolzalpe zwischen »Merbacher« und »Perschl«.

Nördlich vom Gehöft »Merbacher« liegt zwischen 1240 *m* und 1270 *m* eine 300 bis 400 *m* lange dickbauchige Linse von brecciösem Dolomit. Die kleinen Felswände des Dolomits sind vom »Merbacher« aus gut sichtbar und heben sich deutlich aus dem flacheren Gehänge hervor.

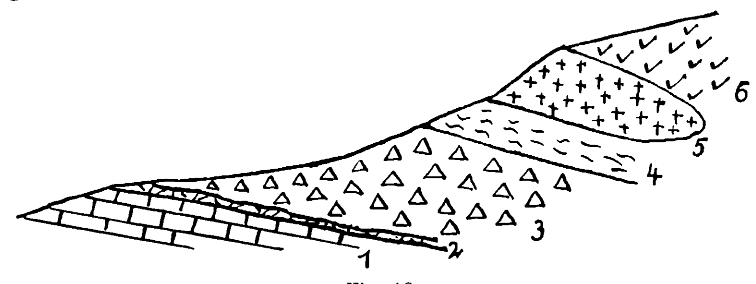


Fig. 18.

1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Einige Profile zeigen die Lagerung:

Das Profil 100 Schritte nordwestlich vom Merbacher (Wegabzweigung) hangaufwärts zeigt Murauer Kalk, Rauchwacke?, Quarzkeratophyr und phyllitischen Quarzkeratophyr bis 1210 *m* Höhe, dann brecciösen Dolomit, stellenweise ockrig, gelb anwitternd, bis 1240 *m* und darüber Metadiabas. Der ganze Schichtstoß fällt durchschnittlich 20—30° NO (Fig. 18).

Der Dolomit erreicht nicht den Perschlbach und nicht die Falllinie zum Gehöft Merbacher. Die Enden keilen nicht linsenartig aus, sondern schließen mit 2 bis 3 *m* Mächtigkeit ab. Das Abschwellen

von der größten Mächtigkeit bis zu den geringmächtigen Enden erfolgt in einer auffallend kurzen Strecke, so daß ein dickbauchiges Gebilde vorliegt.

Das Perschlbachprofil (Fig. 19) über den Murauer Kalken (1140 *m* Höhe) ist einfacher gebaut. Die Murauer Kalke fallen 15—20° NO. Darüber liegt 2 bis 5 *m* Quarzkeratophyr, dann folgen intensiv gelb gefärbte 8 bis 12 *m* mächtige Rauchwacken (südlich und nördlich vom Bach bei den Mühlen sehr gut aufgeschlossen), dann liegen die Quarzkeratophyre darüber, die in den obersten Lagen wieder phyllitisch ausgebildet sind. In 1240 *m* Höhe folgen Metadiabase. Die Quarzkeratophyre sind meist sehr gut gebankt, stellenweise stark zertrümmert. Außer NO fallenden Bänken treten auch bis 65° SSO fallende Lagen auf.

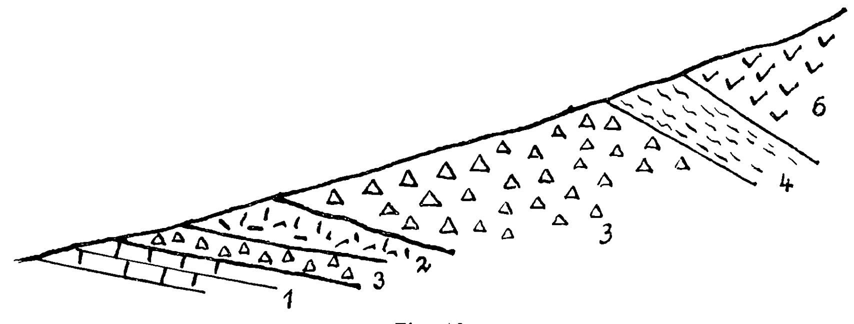


Fig. 19.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Diese Profile werden durch Begehungen des Weges Merbacher—Perschlgraben—Perschl wesentlich ergänzt.

Der vom Merbacher in den Graben abwärts führende Weg zeigt zum größten Teil Quarzkeratophyr, der jedoch in 1250 *m* Höhe und in 1255 *m* Höhe schmale 3 bis 6 *m* mächtige Rauchwackenlagen enthält, die stellenweise mehr an brecciösen Dolomit erinnern.

Unmittelbar vor der Überquerung des Baches trifft man auf das mächtige Rauchwackenband, das im Perschlbachprofil erwähnt wurde.

Am Weg Perschlbach—Wiese (bei Gehöft »Perschl«) sieht man unter dem Rauchwackenband bei der Mühle Quarzkeratophyr, dann wieder Rauchwacke (in einem Steinbruch gut aufgeschlossen), darunter noch einmal Quarzkeratophyr, hierauf eine schmale Lage von Rauchwacke, die vom Murauer Kalk unterlagert wird.

Verbindet man mit diesen Profilen die Begehung Perschl—Weg zum Neumann, so sieht man über Murauer Kalk ein schmales Rauchwackenband, dann Quarzkeratophyr (stellenweise mit Geröllen), in dem zwei sehr schlecht aufgeschlossene Rauchwackenbänder liegen, hierauf phyllitischen Quarzkeratophyr und im Sattel unmittelbar unter dem Gehöft »Neumann« die Metadiabase (Fig. 20).

An der Grenze zwischen phyllitischen Quarzkeratophyren und Metadiabasen liegt nördlich vom Weg gegen den Sattel zu ein Aufschluß von Dolomit, der $1^1/_2$ *m* mächtig ist.

Für diesen Raum um den Perschlbach sind folgende Tatsachen festzuhalten:

Das unterste Rauchwackenband — meist nur 2 bis 4 *m* mächtig — ist von der Nordseite des Grabens bis über das Gehöft Perschl zu verfolgen, es fehlt aber vom Perschlgraben bis in die Nähe des Gehöftes Merbacher. Auffallend ist dann, daß im Quarzkeratophyr Rauchwacken enthalten sind, die man jedoch selten lange verfolgen kann. Die schmalen Lagen nördlich und südlich vom Bach, die am Wege aufgeschlossen sind, gehören nicht zusammen, sondern sind getrennte Horizonte. Ein besonders gut gekennzeichnetes Rauchwackenband ist das bei der Mühle. Die Lagen am Wege zum Neumann liegen höher und reichen nicht bis in den Perschlgraben.

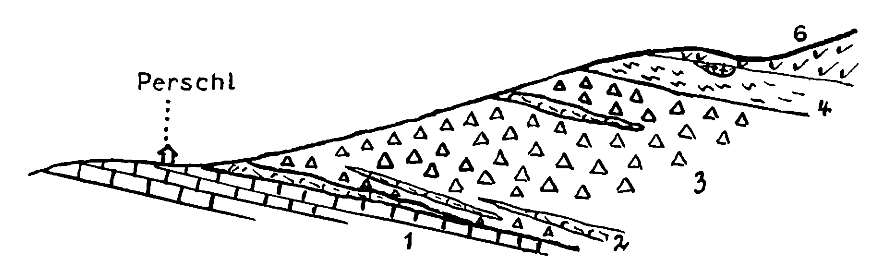


Fig. 20.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Merkwürdig ist die Stellung der Rauchwacken im Quarzkeratophyr. Man wird in erster Linie an eine tektonische Einschuppung denken, doch ist mir bei diesem Materialunterschied — quarzitische harte Gesteine einerseits, weiche, kalkige, ockrige Gesteine anderseits — so eine Durchbewegung nicht gut vorstellbar. Es ist daher an einen ursprünglich sedimentären Verband zwischen diesen beiden Gesteinen zu denken. Ähnliche Lagerungen gibt es übrigens auch am Semmering (Mohr, Lit. 3).

Dies würde aber wesentlich den Charakter der Quarzkeratophyre oder das Triasalter beeinträchtigen.

d) Westabfall der Stolzalpe zwischen »Perschl« und »Stolz«.

Nordöstlich vom »Perschl« sind über dem Murauer Kalk Rauchwacken ziemlich häufig zu beobachten — vereinzelt liegen kleinere Lagen im Quarzkeratophyr.

Dolomite sind seltener. Eine kleine, dickbauchige Linse liegt zwischen dem Gehöft »Traschl« und dem südlichen Bach in der bekannten Lagerung. Eine große Dolomitlinse findet sich zwischen

den Gehöften »Huber« und »Leitner«. Es ist dort folgendes Profil vorhanden: Murauer Kalk, 20° NO fallend; ockrige Rauchwacke (3 bis 5 *m* mächtig), Quarzkeratophyr mit einzelnen schmalen Rauchwackenlagen, phyllitischer Quarzkeratophyr bis 1140 *m*; dann grauer brecciöser Dolomit, 110 *m* mächtig, 30° NNO fallend; 15 *m* grauvioletter Kalk und Metadiabas (Fig. 21).

Die genaue Abgrenzung der Dolomitlinse stößt wegen schlechter Aufschlüsse auf Schwierigkeiten. Man erhält den Eindruck, daß das nördliche Ende der Dolomite von phyllitischem Quarzkeratophyr zerspalten, das südliche Ende aber von Tonschieferlagen, die sonst im Metadiabas auftreten, durchzogen wird. Die Abtrennung dieser allenfalls einspießenden Lagen ist unmöglich.

Die Rauchwacken ziehen mit geringfügigen Unterbrechungen, die vielleicht auch auf Überrollungen zurückzuführen sind, bis zum

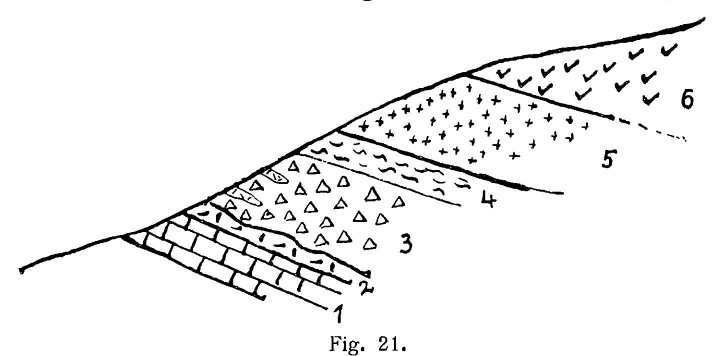


Fig. 21.

1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Gehöft Stolz. Begeht man nun vom Stolz diesen nach O führenden flachen Kamm, so findet man das Profil Fig. 22: Murauer Kalk, Rauchwacke (schmale Lagen) Quarzkeratophyr mit zwei schmalen Rauchwackenlagen, phyllitischer Quarzkeratophyr bis 1275 *m*, lichtblauer Dolomit (10 bis 15 *m* mächtig), Metadiabas. Der gesamte Schichtstoß fällt mit 35° gegen N.

Der Dolomit ist wieder eine dickbauchige Linse, die ich auf meiner Stolzalpenkarte mit den weiter nördlich davon gelegenen Rauchwacken zusammengezogen habe.

Der Kamm vom Gehöft »Karner« (südlich vom Tasselbach) baut sich fast ganz aus Rauchwacke auf. Es sind nur schmale Lagen von Murauer Kalk und Quarzkeratophyr enthalten. Das Profil zeigt über dem Murauer Kalk, der phyllitische Lagen enthält, Rauchwacke (50 *m*), Murauer Kalk (10 *m*), Rauchwacke (40 *m*), Quarzkeratophyr (3 bis 4 *m*), Rauchwacke (5 *m*), Muraurer Kalk (5 bis 6 *m*), Rauchwacke (40 *m*), Murauer Kalk (10 *m*), Rauchwacke (10 *m*), Murauer Kalk (10 *m*), Rauchwacke (20 *m*), Quarzkeratophyr, Metadiabas.

Es fehlen die Dolomite. Das gesamte Schichtpaket fällt 30—50° SW. Die Rauchwacken häufen sich bis zum Tasselbach

in großer Mächtigkeit an und bilden eine Art tektonische Endmoräne, die durch die Diabasschubmasse aufgestapelt wurde. Die Ablagerung erfolgte gerade an jener Stelle, wo die Schichten der Murauer Phyllitkalkserie gegen NO aufzufahren beginnen (Fig. 23).

Auf meiner Karte (Lit. 1) habe ich Murauer Kalke und Quarzkeratophyre als Linsen eingezeichnet. Soweit es die Aufschlüsse

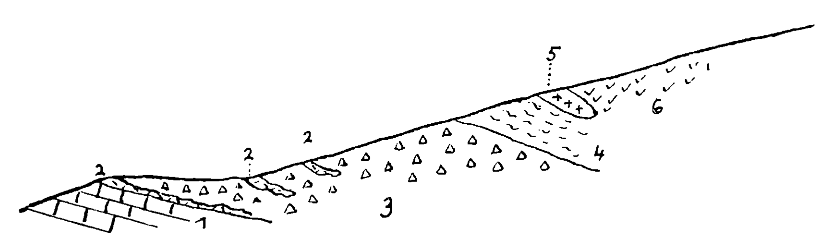


Fig. 22.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

erlauben, hat man den Eindruck, daß diese Gesteine in den Rauchwacken dickbauchige Formen bilden.

Im übrigen Teil der Stolzalpe sind Rauchwacken und Dolomite selten. Vom Wirtschaftsgebäude der Heilstätten bis zum Bach westlich Triebendorf sind über dem Murauer Kalk nur vereinzelt schmale Rauchwackenlagen nachzuweisen. An einigen Stellen sind in den Quarzkeratophyren Gerölle enthalten. Südlich von den Gehöften Moser

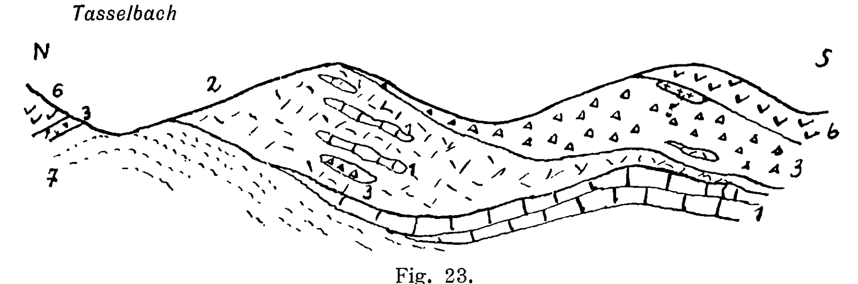


Fig. 23.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas, 7 = Phyllit.

und Werand konnten mehrere Lagen von Rauchwacken im Quarzkeratophyr beobachtet werden.

Über dem Gehöft »Wiefler« fand ich einen kleinen Aufschluß von Dolomit, der im Diabas eingeschlossen ist. Ebenso beobachtete ich im oberen Laasergraben (Althofen West) in der Nähe der Marmühle einige Dolomitblöcke über dem Quarzkeratophyr, der auch schmale Lagen von Rauchwacken enthält. Auf der Nordseite der Stolzalpe sind nur an wenigen Stellen Lesesteine von Rauchwacken und Quarzkeratophyren gefunden worden.

Auf der Stolzalpe sind die Rauchwacken und Dolomite stets enge mit den Quarzkeratophyren verbunden. Diese drei Gesteine bilden eine tektonische Einheit, die durch die Aufschiebung der Metadiabasserie mitgeschleppt wurde.

Für die tektonische Herkunft sprechen vor allem die verschiedenen Mächtigkeiten, die dickbauchigen Formen, der brecciöse Zustand der Dolomite und die gesamte Verteilung.

6. Die Frauenalpe.

Auf der Frauenalpe sind nur zwischen Murau und dem Laßnitzbach über den Murauer Kalken Quarzkeratophyre und Rauchwacken aufgeschlossen. So sieht man auf der Straße von Murau nach

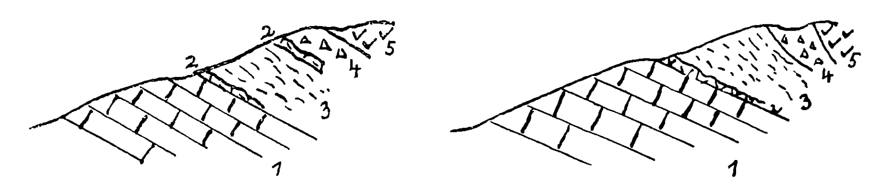


Fig. 24 und 24*a*.
1 = Murauer Kalk, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr, 4 = phyllitischer Keratophyr, 5 = Dolomit, 6 = Metadiabas.

Laßnitz über der Puglhube ein schmales Rauchwackenband durchziehen (Fig. 24). Man trifft es dann wieder am Wege vom Kegelhof zum Gehöft Moser und am Wege Laßnitzwirt zum Gehöft Ressler. Vom letzten Aufstieg lege ich die Fig. 24*a* vor.

7. Kramerkogel.

Am Ost-West-Kamm Lärchberg—Kramerkogel sind auf der Kuppe südlich Prinzwald (nördlich Kaindorf) 20 *m* mächtige Rauch-

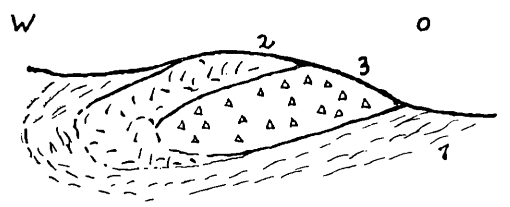


Fig. 25.
1 = Phyllit, 2 = Rauchwacke, 3 = Quarzkeratophyr.

wacken aufgeschlossen, die von Quarzkeratophyren unterlagert werden. Die Lagerung der Quarzkeratophyre unter den Rauchwacken ist auf jeden Fall bemerkenswert, da sie von den übrigen Stellungen abweicht (Fig. 25).

8. **Blasenkogel** (Lit. 6).

Am Blasenkogel fand ich unbedeutende Reste von Rauchwacken in der Nähe der Quarzkeratophyre östlich vom Laßnitzbach und in der großen Grabenmulde nördlich vom Roßeck. Dolomite habe ich in diesem Raume nirgends angetroffen.

9. Pleschaitz—Grebenze—Freieck.

Diese Berge werden von der Murauer Phyllitkalkserie aufgebaut, es fehlen jedoch darüber die fraglichen Triasreste. In den Kalken des Pleschaitz liegen zwar dolomitische Sandsteine, die jedoch mit den Rauchwacken nicht zu verwechseln sind.

Überblick und Schlußfolgerung aus den Tatsachen.

Das Triasalter wird leider nicht durch Fossilien bewiesen, sondern läßt sich nur durch Vergleiche erschließen. *Ich fasse die wichtigsten Punkte, die für Trias sprechen, zusammen:*

1. Die brecciösen Dolomite vom Hansennock gleichen denen von Innerkrems und befinden sich in der gleichen tektonischen Stellung wie dort.

2. Die Rauchwacken vom Kreischberg liegen in der tektonischen Fortsetzung und in der gleichen Stellung wie die Dolomite vom Hansennock.

3. Die Trias auf der Stolzalpe erinnert auf Grund ihrer Zusammensetzung (Rauchwacken, Quarzkeratophyre, Dolomite) an manche Vorkommen zentralalpiner Trias (Veitschgraben, Mürztal, Thörl). Die Rauchwacken der Stolzalpe stimmen nun wieder mit denen vom Kreischberg überein. Die Dolomite gleichen denen vom Hansennock, so daß die Verbindung aller Vorkommen hergestellt ist.

4. Die Murauer Trias zeigt auch bezüglich ihrer Lagerung Übereinstimmung mit den zentralalpinen Vorkommen. Überall sind die zentralalpinen Triasvorkommen so wie in Murau von Schubmassen überlagert.

Ich bezeichne die Trias absichtlich als *fraglich*, denn solange Fossilien fehlen, also das Alter nur durch Vergleiche erschlossen werden kann, ergeben sich Unsicherheiten. Besonders erschweren die Quarzkeratophyre die Einordnung.

Ausdrücklich betone ich, daß die fragliche Trias nicht die stratigraphische Fortsetzung der Murauer Phyllitkalkserie ist, deren paläozoisches Alter durch die Graptolithenfunde (*Heritsch-Thurner*, Lit. 16) erwiesen ist, sondern eine selbständige tektonische Einheit darstellt.

So wie die Verhältnisse auf der Stolzalpe liegen, so lagern auch die Schichtstöße in Innerkrems (*Thurner*, Lit. 15). Die Bänderserie von Innerkrems entspricht der Murauer Phyllitkalkserie.

Besonders die Bänderkalke gleichen vollständig manchen Murauer Kalken, so daß die Übereinstimmung nicht nur petrographisch, sondern auch tektonisch eine recht gute ist.

Die Triasgesteine von Murau liegen nicht mehr in der ursprünglichen Mächtigkeit vor, sondern sind verschuppte Reste eines größeren Schichtstoßes. Dafür spricht vor allem das Auftreten der Dolomite in dickbauchigen Linsen. Die verschiedenen Mächtigkeiten der Rauchwacke zeigen deutlich an, daß Verschiebungen stattfanden. Die unregelmäßige Verteilung der Schichtglieder spricht ebenfalls für eine Beanspruchung. Die brecciöse Ausbildung der Dolomite und die Durchbewegung der Quarzkeratophyre sind deutliche Beweise für die tektonischen Bewegungen.

Wenn man die Schichtstöße um Murau betrachtet, insbesonders die der Stolzalpe, so könnte man leicht die Meinung vertreten, daß die Quarzkeratophyre aus petrographischen Gründen zu der Metadiabasserie gehören. Doch haben die Aufnahmen deutlich gezeigt, daß sie stets mit den Triasgesteinen verbunden sind. Sie werden von den Dolomiten — wenn diese vorhanden sind — überlagert, enthalten Rauchwackenlagen und bilden so wie die Dolomite und Rauchwacken isolierte Schubspäne in Form von dickbauchigen Linsen.

Eine merkwürdige Erscheinung, die nicht vollständig erklärt werden kann, ist die verschiedene Zusammensetzung der Triasschichtstöße. So sind am Hansennock nur die brecciösen Dolomite vorhanden. Am Kreischberg wieder treten nur die Rauchwacken auf, bei Kaindorf ist nur Dolomit vorhanden. Am Kramerkogel, am Frauenalpe-Nordabfall und am Blasenkogel treten Quarzkeratophyre mit Rauchwacken auf. Nur auf der Stolzalpe findet man Rauchwacken, Quarzkeratophyre und Dolomite in einem Profil vereinigt.

Es ist wahrscheinlich, daß diese verschiedene Zusammensetzung auf die Tektonik zurückzuführen ist, doch sind ursprüngliche sedimentäre Unterschiede nicht von der Hand zu weisen. Das schließe ich daraus, daß in Innerkrems Rauchwacken sehr spärlich auftreten und die Quarzkeratophyre fehlen.

Überblickt man die Triasvorkommen vom Hansennock bis Murau, so fällt ferner auf, daß sie auf verschiedener Unterlage liegen. Am Hansennock lagern die Dolomite auf Quarziten, die ich zum Krystallin stelle. Am Kreischberg liegen die Rauchwacken auf den Phylloniten, die unglaublich durchbewegte Teile der phyllitischen Glimmerschiefer sind. Ob in diesen Glimmerschiefern verschuppte Reste der Murauer Phyllite enthalten sind (Tornquist), kann ich derzeit noch nicht sicher behaupten. Die vorhandenen Schliffe von den obersten Glimmerschiefern zeigen jedenfalls nichts davon. Die kleinen Kalklinsen in den Glimmerschiefern am Melkerboden und am Schadingerwald sind sicher verdächtige Murauer Kalke. Die quarzitischen Gesteine jedoch, die Tornquist besonders hervorhebt, sind kein Beweis, denn solche Lagen kommen auch in den Glimmerschiefern vor.

Der größte Teil dieser Gesteine ist auf jeden Fall schon makroskopisch als phyllitischer Glimmerschiefer anzusprechen. Daher liegen auch die Rauchwacken des Kreischberges auf Krystallin.

Auf der Stolzalpe, am Kramerkogel, am Blasenkogel und auf der Frauenalpe liegen die Triasgesteine auf der Murauer Phyllitkalkserie. Bei Kaindorf jedoch sind die Dolomite zwischen Tonschiefern und den Metadiabasen eingeschaltet.

Was besagt nun diese verschiedene Unterlage?

Wie die Aufnahmen gezeigt haben, bilden die Triasgesteine tektonisch verschleppte Schubspäne, die durch höhere Schubmassen mitgeschleppt und nur vereinzelt in die höheren Schubmassen eingelagert wurden. So eine Einspießung in die höhere Schubmasse liegt wahrscheinlich bei Kaindorf vor. Denn nur dort liegt zwischen Tonschiefer und Metadiabas der Dolomitklotz. Der ganze andere Rand zwischen Tonschiefer und Metadiabas, der von Kaindorf gegen den Ost-, Süd- und Südostabfall der Frauenalpe zieht, zeigt nicht im mindesten Beanspruchung. Die Tonschiefer, die mit den Arkoseschiefern verbunden sind, weisen nirgends irgendwelche Bewegungsspuren auf, so daß man die Metadiabase nicht von diesem Schichtstoß durch eine Bewegungsflucht abtrennen kann. Die Profile zeigen vielmehr, daß Tonschiefer, Arkoseschiefer und Metadiabase ein einheitliches Ganzes bilden. Daher komme ich zu dem Schlusse, daß die Dolomite von Kaindorf in diese höhere Schubmasse eingespießt wurden.

Es kommen als Unterlage nur das Krystallin und das Murauer Paläozoikum in Betracht. Die Trias wurde also auf verschiedene Unterlagen aufgeschoben. Das setzt aber voraus, daß das Murauer Paläozoikum, das einst doch sicher größere Verbreitung hatte als heute, zur Zeit der Aufschiebung bereits in der heutigen Verbreitung vorlag. Daraus ergibt sich aber der Schluß, daß die Unterlagen in Form eines Reliefes vorlagen.

Die Formung dieses Murauer Reliefs kommt besonders in der Lagerung des Krystallins zum Ausdruck. Man sieht deutlich Mulden und Sättel. Es läßt sich nicht sicher beweisen, ob ein tektonisches oder ein Erosionsrelief vorlag. Die Profile im Krystallin sprechen mehr für ein tektonisches Relief, und zwar bin ich der Meinung, daß der Raum Innerkrems—Turrach—Murau von einer großen Depressionszone beherrscht wurde (Thurner, Lit. 9).

Auf dieses Relief wurde vor allem die Murauer Phyllitkalkserie aufgeschoben. Dadurch wurden die gröbsten Reliefunregelmäßigkeiten ausgeglichen. Darauf folgte wahrscheinlich eine Abtragung, wodurch die Verbindung zwischen Innerkrems und Murau zerstört wurde. Hierauf wurde die Trias mit Hilfe der höheren Schubmassen aufgeschoben, die sich der Unterlage anpaßten.

Dadurch werden nun auch die verschiedenen Fallrichtungen in der Trias, in den höheren Schubmassen und auch in der Phyllitkalkserie verständlich.

Das NO- bis NNO-Fallen am Kreischberg-Nordwestabfall, die nach O fallenden Schichten am Kramerkogel, die NO und SW fallenden Lagen am Ostabfall der Stolzalpe, das Westfallen am Blasenkogel und das Ostfallen der Grebenzenkalke sind nun nicht auf O-W- oder SW-NO-Schübe ableitbar, sondern sind Anpassungen der Schubmassen an das vorhandene Relief. Ein einheitlicher S-N-Schub preßte die Schubmassen in die Reliefformen, so daß Komponenten dieses Schubes zur Geltung kommen.

Ich bin auch überzeugt, daß man in Innerkrems, wo O-W-Bewegungen deutlich vorhanden sind, mit S—N wirkenden Kräften auskommt, wenn man ein Relief zugrunde legt. Denn das vorhandene Relief bildete stauende Hindernisse, so daß die Komponenten des S-N-Schubes ein Anpassen an die Unterlage verursachten.

Durch diese Erklärung ist es möglich, die vielen abweichenden Fallrichtungen auf eine einheitliche Ursache zurückzuführen. Die Tektonik wird dadurch sicher wesentlich vereinfacht.

Otto Ampferer gebührt das große Verdienst, in den Nordalpen eine ansehnliche Zahl von Reliefüberschiebungen nachgewiesen zu haben. Ich bin der Meinung, daß diese tektonischen Erscheinungen nicht nur in den Kalkalpen, sondern auch in den übrigen Teilen der Alpen eine große Rolle spielen, daß insbesonders, wenn man die Verbreitung des ostalpinen Paläozoikums betrachtet (Gaertner, Lit. 10), viele Abweichungen vom regionalen Streichen, die sogenannten O-W-Bewegungen, auf ein Relief des Untergrundes zurückzuführen sind.

Gelingt es, die zahlreichen **O-W-Bewegungen**, an denen nicht zu zweifeln ist, denn sie sind nachzuweisen, durch Komponenten eines S-N-Schubes auf ein Relief zu ersetzen, so wird auf jeden Fall die Tektonik der Alpen wesentlich vereinfacht und damit auch klarer.

Ähnliche Gedanken hat auch Spengler (Lit. 12) bereits geäußert, doch scheinen sie unbemerkt geblieben zu sein. Auch Schwinner (Lit. 11) leitet vom Untergrund, den er in Senkungs- und Hebungszonen gliedert, eine Reihe von Erscheinungen ab.

Die Stellung der fraglichen Triasgesteine ermöglicht eine Gliederung in Schubmassen. Um Murau (Stolzalpe, Kramerkogel, Frauenalpe, Blasenkogel, Grebenze) liegen über der Trias die Gesteine der Metadiabasserie (Metadiabase, grobkörnige Diabase, Tonschiefer). Mit dieser Metadiabasschubmasse stehen am West- und Südabfall der Frauenalpe die Tonschiefer und Arkoseschiefer in sedimentärem Verband.

Folglich bildet dieses Schichtpaket: Tonschiefer, Arkoseschiefer, Metadiabasserie eine tektonische Einheit, welche die Trias mitschleppte.

Unter der Trias liegt die Murauer Phyllitkalkserie, die vom Krystallin deutlich durch Bewegungsflächen getrennt ist und ebenfalls eine Schubmasse darstellt.

Im W — Paal — wird die Trias vom Gesteinsstoß der Paaler Konglomerate überschoben.

In Innerkrems überschiebt das Turracher Konglomerat die Trias. Wir haben daher folgende Schubmassengliederung:

Innerkrems	**Paal**	**Murau**
Turracher Konglomerat	Paaler Konglomerat	Metadiabasserie Tonschiefer Arkoseschiefer
Trias	Trias	Trias
Paläozoikum (Bänderserie)	?	Paläozoikum (Phyllitkalkserie)

Daraus ist allenfalls der Schluß ableitbar, daß Turracher Konglomerat, Paaler Konglomerat und Metadiabasserie gleich hohe tektonische Stockwerke darstellen.

Ich betone jedoch, daß dabei noch große Schwierigkeiten zu überwinden sind. Besonders unangenehm ist der petrographische Gegensatz zwischen den Paaler Konglomeraten und den Metadiabasen.

Die Gleichsetzung wird ferner auch noch erschwert durch die Phyllite und Arkoseschiefer auf der Prankerhöhe—Schwarmbrunn—Lange Alm, die deutlich unter dem Paaler Konglomerat liegen, gegen O jedoch am Preining—Kuchalpe—Kuhalpe ein untrennbares Ganzes mit der Metadiabasserie der Frauenalpe und des Blasenkogels bilden.

Eine Besonderheit ist dann noch der krystalline Schubspan unter dem Paaler Konglomerat, der von der Prankerhöhe bis zum Sattel nördlich Preining reicht.

Die tektonische Gliederung ist daher nur eine vorläufige — das letzte Wort kann erst nach Abschluß des Südrandes am Kartenblatt Murau geschrieben werden.

Zum Schlusse will ich noch kurz die Stellung der Murauer Trias mit den zentralalpinen Vorkommen östlich vom Katschberg vergleichen (Semmering, Kapellen, Veitschgraben, Mürzzuschlag, Kindberg, Thörl, Stanz, Fischbach, Kapfenberg, Radstätter Tauern).

Ob wir jetzt das reich entwickelte Mesozoikum vom Semmering, Radstätter Tauern oder die einfach und geringmächtigen Schichtstöße der anderen Vorkommen betrachten, stets finden wir Quarzite, Dolomite und Rauchwacken. Sehen wir ganz von dem noch unsicheren Alter der Quarzite ab, legen wir auch auf das triadische Alter der übrigen Schichtglieder keinen allzu großen Wert, denn es fehlen doch von vielen Vorkommen Fossilien, so ist immerhin die gleiche Gesteinsgesellschaft, die sich in der gleichen tektonischen Stellung befindet, bemerkenswert.

Alle diese »mesozoischen« Vorkommen werden von Schubmassen überfahren.

Die mesozoischen Schichtstöße vom Semmering, Kapellen, Turnau, Thörl, Radstätter Tauern, von Murau und Innerkrems werden von Schubmassen, die paläozoisch sind, überfahren.

Die Vorkommen von Roßkogel—Veitschgraben—Kapfenberg, Mürzzuschlag und Fischbach werden von krystallinen Schubmassen überlagert.

Für diese Auseinandersetzungen kommen nur die paläozoischen Schubmassen in Betracht, die Teile der Grauwackenzone sind.

In Murau und Innerkrems bilden Turracher und Paaler Konglomerate Schubmassen von karbonischem Alter, so daß stratigraphisch eine gewisse Übereinstimmung mit den karbonischen Grauwackenschubmassen besteht. Für die Metadiabasserie mit den Tonschiefern und Arkoseschiefern finden sich in der Grauwackenzone ebenfalls Vergleiche. Ich denke besonders an die feinschichtigen Grauwackenschiefer, die Hammer beschreibt (Lit. 13) und an die Tonschiefer von Radmer, Johnsbach (Hießleitner, Lit. 14). Freilich für den großen Schichtstoß der Metadiabase fehlen in der Grauwackenzone ähnliche mächtige Gesteinspakete. Am ehesten lassen sich die Metadiabase mit der Plengelserie in der Karnischen Alpen vergleichen.

Eines jedoch ist sicher, daß auch die Metadiabasserie paläozoischen Alters ist.

Da nun alle diese Schubmassen zentralalpine Trias überschieben, so kann man den Schluß ableiten, daß alle diese paläozoischen Schubmassen, welche das Mesozoikum von Semmering, Thörl, Radstatt, Innerkrems und Murau überlagern, gleiche tektonische Stockwerke sind.

Die sicher der Grauwackenzone angehörigen Schubmassen fallen unter die Kalkalpen und sind nach Staub Teile der ostalpinen Decke.

Die Schubmassen von Murau und Innerkrems erscheinen als höchste Decken, sie besitzen keine Überlagerung durch die Kalkalpen. Und dennoch stelle ich sie mit den paläozoischen Schubmassen der Grauwackenzone gleich, denn sie überfahren so wie die Grauwackenschubmassen zentralalpine Trias. Die Murauer Schubmassen sind lediglich die in Mulden (Depressionszonen) zurückgebliebenen Teile der nach N gefahrenen Grauwackenzone. Diese Annahme erhält dadurch eine Bekräftigung, daß in dem Raume Schladming—Irdning, der gerade nördlich von Innerkrems—Murau liegt, große Teile der Grauwackenzone fehlen. Diese Grauwackenzone liegt auf Grund dieser Annahme nicht unter den Kalkalpen begraben, sondern ist in der Innerkremser—Murauer Depressionszone vorhanden.

Benutzte Schriften.

1. Thurner, Geologie der Stolzalpe. Mitt. d. Naturw. Vereins f. Steiermark, 1929.
2. Kahler, Zwischen Wörthersee und Karawanken. Mitt. d. Naturw. Vereins f. Steiermark, 1931.
3. Mohr, Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone. Mitt. d. Geol. Ges., Wien 1910.
4. Cornelius, In Redlich: Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten, 1931.

Heritsch, Das tektonische Fenster von Fischbach. Denkschr. d. Akad., Wien 1927.

6. Thurner, Zur Geologie des Blasenkogels—Karchauerecks. Verhandl. d. Geol. Bd. 19.

Staub, Der Bau der Alpen.

8. Tornquist, Die westliche Fortsetzung des Murauer Deckensystems. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1917.
9. Thurner, Morphologie der Berge um Innerkrems. Mitt. d. Geogr. Ges., Wien 1930.
10. Gaertner, Die Eingliederung des ostalpinen Paläozoikums. Deutsche Geol. Ges., 1934.
11. Schwinner, Das Bergland nordöstlich von Graz. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1925.
12. Spengler, Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes. Mitt. d. Geol. Ges., Wien 1918.
13. Hammer, Beiträge zur Kenntnis der steirischen Grauwackenzone. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1924.
14. Hiesleitner, Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone von Radmer bei Hieflau. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1931.
15. Thurner, Geologie der Berge Innerkrems. Mitt. d. Naturw. Vereins f. Steiermark.
16. Heritsch-Thurner, Graptolithenfunde in der Murauer Kalkphyllitserie. Verhandl. d. Geol. Bundesanstalt, 1932.
